

Evaluación de cuatro tipos de biofertilizantes en hortalizas como una alternativa de las buenas prácticas agrícolas (BPA) con productores del municipio de Colón, Putumayo, Colombia

Adriana del Socorro Guerra Acosta¹

Aura Elisa Gómez Perengues²

Maira Alejandra Bastidas Bacca³



Artículo reporte de caso

Fecha de recepción: 17 de febrero del 2021 ■ **Fecha de aceptación:** 20 de octubre del 2021

Guerra Acosta, A. S., Gómez Perengues, A. E. y Bastidas Bacca, M. A. (2021). Evaluación de cuatro tipos de biofertilizantes en hortalizas como una alternativa de las buenas prácticas agrícolas (BPA) con productores del municipio de Colón, Putumayo, Colombia. *Revista de Investigaciones de Uniagraria*, 9(1). 68-76.

Resumen

El uso de biofertilizantes ha evidenciado efectos positivos en la fertilidad del suelo y el incremento de la productividad de los cultivos. Por tal motivo, y entendiendo que una de las principales actividades económicas en el municipio de Colón se basa en la agricultura, se brindaron capacitaciones a productores hortícolas sobre la elaboración, la aplicación y la evaluación de las ventajas de los biofertilizantes y su importancia a nivel ambiental, el objetivo fue evaluar cuatro tipos de biofertilizantes en hortalizas como una alternativa de buenas prácticas agrícolas (BPA), por lo que se elaboraron y evaluaron cuatro tipos: pantetonato, caldo anaeróbico, supermagro y caldo de mantillo de bosques. También se realizaron encuestas que aportaron información sobre el manejo de semillas, suelo, uso de fertilizantes, manejo agronómico y subproductos, además, se dictaron capacitaciones teórico-prácticas sobre las ventajas de la aplicación de los abonos líquidos en la producción de hortalizas y la elaboración de estos.

Para evaluar la respuesta a la aplicación de los abonos, se estableció un diseño de bloques irrestrictamente al azar (BIA), donde se evaluaron las plantas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Las variables evaluadas fueron: altura de planta cada 15 días, peso de planta en húmedo y materia seca. Se realizó un análisis estadístico de varianza (Andeva) y una prueba de significancia de Tukey, donde ($P < 0,05$), los resultados del crecimiento de lechuga presentaron diferencias significativas donde se usó el biofertilizante de caldo anaeróbico, el cual incrementó la altura y el peso fresco de la planta, en comparación con el testigo absoluto.

Palabras clave: biofertilizante, buenas prácticas agrícolas (BPA), huerta, suelo..

Clasificación JEL: M0, O0, Q0.

¹ Ingeniera agrónoma, especialista en Gerencia Ambiental y magister en Ciencias Agrarias del Instituto Tecnológico del Putumayo, además es docente titular tiempo completo en Sibundoy, Putumayo, Colombia. Correo electrónico: aguerra@itp.edu.co. <http://orcid.org/0000-0002-9731-8933>

² Tecnóloga en Saneamiento Ambiental del Instituto Tecnológico del Putumayo, Sibundoy, Putumayo, Colombia. Correo electrónico: aegomez17s@itp.edu.co. <http://orcid.org/0000-0002-1516-445>

³ Tecnóloga en Saneamiento Ambiental del Instituto Tecnológico del Putumayo, Colón, Putumayo, Colombia. Correo electrónico: mabastidas17s@itp.edu.co. <http://orcid.org/0000-0001-5096-7867>

Evaluation of four types of biofertilizers in vegetables as an alternative to good agricultural practices (GAP), with producers from the Colón Putumayo municipality (Colombia)

Abstract

The use of biofertilizers has shown positive effects on soil fertility and increased crop productivity. For this reason, and understanding that one of the main economic activities in the municipality of Colón is based on agriculture, training was provided to horticultural producers on the preparation, application and evaluation of the advantages of biofertilizers and their importance at an environmental level. The objective was to assess four types of biofertilizers in vegetables as an alternative to good agricultural practices (GAP), four types were developed and evaluated: panthetonate, anaerobic broth, superlean and forest mulch broth. Surveys were carried out that provided information on the handling of seeds, soil, use of fertilizers, agronomic and by-product management, in addition, theoretical-practical training was given on the advantages of applying liquid fertilizers in the production of vegetables and the elaboration of these. To evaluate the response to the application, an unrestrictedly randomized block design (BIA) was established, where it was evaluated in the plants in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa*). The variables evaluated were plant height every 15 days, wet plant weight and dry matter. A statistical analysis of variance (Andeva) and a Tukey significance test were performed where ($P < 0.05$), the results of lettuce growth presented significant differences where the anaerobic broth biofertilizer was used, which increased the height, fresh weight of the plant, compared to the absolute control.

Keywords: Biofertilizer, good agricultural practices (GAP), vegetable garden, soil.

JEL classification: M0, O0, Q0.

Introducción

La agricultura moderna ha ido aumentando progresivamente la utilización de productos químicos, no solo con la finalidad de incrementar la productividad de los sistemas agrícolas, sino también para evitar su disminución debido a prácticas de manejo inadecuadas. Esta tendencia generó paquetes tecnológicos, en los cuales el uso de insumos químicos es el principal componente del sistema productivo. En tal sentido, los agroquímicos corresponden a un amplio espectro de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas utilizadas para el control de plagas y enfermedades en las actividades agropecuarias, lo que ha provocado episodios críticos de contaminación en el ambiente (Galán y Huertos *et al.*, 2003).

Con respecto a dicha problemática, en la actualidad es necesario establecer prácticas que permitan mantener la producción, preservando el recurso del suelo, para ello los biofertilizantes constituyen una alternativa de desarrollo que son uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura, en los sistemas productivos es viable y es sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (Mejía, 1995).

Los biofertilizantes son una herramienta biotecnológica que consiste en aplicar microorganismos que ayudan a mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y así logran disminuir los efectos causados por el exceso de fertilizantes, donde su principal objetivo es movilizar la disponibilidad de nutrientes con base en su actividad biológica, ayudar a recuperar la microbiota perdida y, a su vez, mejorar la salud del suelo en general (Ismail, 2014).

Su uso en diferentes cultivos ha evidenciado efectos positivos en la fertilidad del suelo. Por tal motivo y sabiendo que la principal actividad

económica es la agricultura, llevada a cabo en el municipio de Colón, departamento del Putumayo, con la presente investigación se sensibilizó a horticultores y propietarios de huertas caseras sobre las ventajas del empleo de biofertilizantes y la contribución que estos traen a la producción limpia y aportan al equilibrio de los agrosistemas, a través de la elaboración de cuatro tipos de biofertilizantes: pantetonato, caldo de mantillo de bosque, caldo anaeróbico y supermagro, evaluando su respuesta con un diseño de bloques estrictamente al azar con plantas de lechuga (*Lactuca sativa*), como una alternativa de las buenas prácticas agrícolas (BPA).

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el municipio de Colón, Putumayo, Colombia. La metodología utilizada abarcó los siguientes aspectos:

- a) Se seleccionaron 16 sistemas agrícolas (huertas caseras).
- b) Se realizó una encuesta a la población total de agricultores hortícolas y productores agrícolas de la zona, la cual permitió obtener información sobre el manejo de semillas, suelo, uso de fertilizantes, manejo agronómico, de subproductos y de buenas prácticas agrícolas (BPA).
- c) Una vez socializada la propuesta con la comunidad, se procedió a la elaboración de los biofertilizantes, se realizó una capacitación teórica práctica y se facilitaron guías para cada horticultor, las cuales contenían todos los procedimientos y materiales que se utilizaron para la elaboración de los abonos líquidos. Para la elaboración del pantetonato y caldo anaeróbico se utilizó la metodología propuesta por Fenalce (2013) y para el supermagro y caldo de mantillo de bosque la de Ramírez (2003).
- d) Se evaluó la respuesta a la aplicación de los cuatro biofertilizantes en el cultivo de lechuga

(*Lactuca sativa*), con un diseño de bloques irrestrictamente al azar. Una vez seleccionado el lote para implantar la investigación se establecieron los siguientes tratamientos:

T0: testigo sin ninguna aplicación

T1: 50 cc pantotenato + 10 g de abono orgánico tipo compost

T2: 50 cc caldo anaeróbico + 10 g de abono orgánico tipo compost

T3: 50 cc supermagro + 10 g de abono orgánico tipo compost

T4. 50 cc caldo de mantillo de bosque + 10 g de abono orgánico tipo compost

Las aplicaciones se realizaron la primera al momento del trasplante y la segunda al a los quince días siguientes, donde se desarrollaron las siguientes fases:

Parámetros por evaluar: altura de la planta cada 15 días, peso de la parte aérea de la planta (fresco) y materia seca al final del ciclo productivo.

Análisis estadístico

Se recolectó información primaria a partir de la aplicación de una encuesta a la población

total de agricultores hortícolas. Los resultados se promediaron permitiendo determinar el manejo dado por los productores a los diferentes sistemas.

Las variables de respuesta de la hortaliza a la aplicación de los biofertilizantes se sometieron a una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, posteriormente se normalizó la base de datos y se realizó a un análisis de varianza (Andeva) y una prueba de significancia de Tukey para los valores ($P < 0,05$), con el programa R - biometría (R Development Core Team, 2002, R1.7.1).

Resultados y discusión

Se realizó la evaluación de las variables y la respuesta del crecimiento de la planta de lechuga (*Lactuca sativa*) a la aplicación de biofertilizantes al suelo.

Altura de la planta

Para esta variable se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) como se muestra en la tabla 1 para los cinco tratamientos evaluados, la prueba de significancia de Tukey corrobora esta afirmación porque se presentan diversidad en letras (a, b y c) de significancia para esta variable (tabla 2), presentando los mejores resultados el T2 de caldo anaeróbico con un valor de 17,15 cm.

Tabla 1. Análisis Anova para la altura de la planta

Fuente de variabilidad	Degree Freedom O Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor -F	Valor -P
Tratamiento	4	95,692	23,9230	19,5290	0,00003 *
Bloque	3	1,510	0,5033	0,4109	0,74816
Residual	12	14,700	1,2250		
Total	19	111,902			

Fuente: elaboración propia.

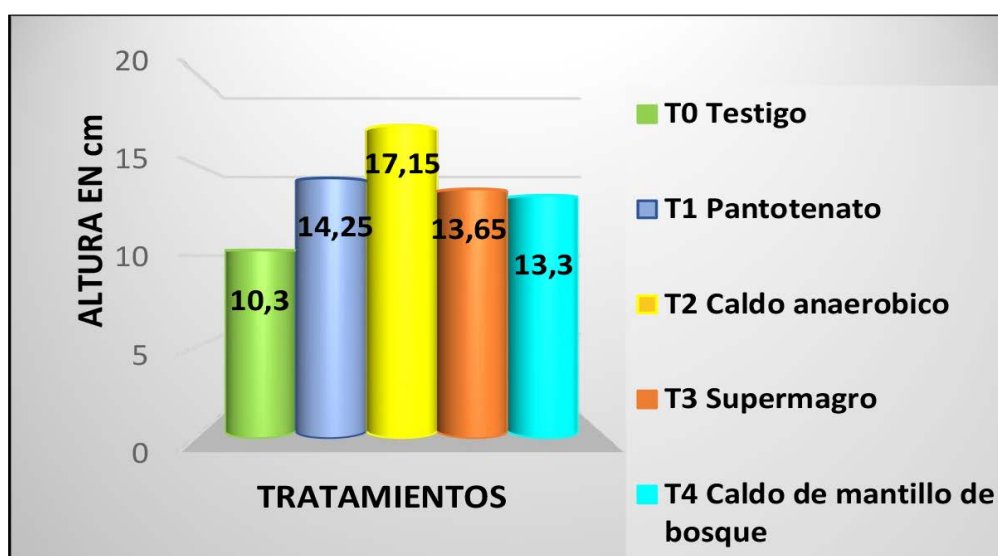
Tabla 2. Prueba de Tukey para altura de planta (cm)

Agrupación de Tukey	Tratamientos	Media cm
a	T2	17,15
b	T1	14,25
b	T3	13,65
b	T4	13,3
c	T0	10,3

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de Tukey, hay un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$) de que el tratamiento 2(a), en este caso 50 cc caldo anaeróbico + 10 g de abono orgánico tipo compost, sea el que causa el efecto diferencial sobre la altura de la planta. El tratamiento T2(a), que corresponde al caldo anaeróbico, es el que

presenta una altura significativamente mayor respecto a los demás, con un valor de 17,15 cm y el tratamiento 0(c), que corresponde al testigo, es el que presenta una altura significativamente menor respecto a los demás, con un valor de 10,3 cm, como se muestra en la figura 1.

**Figura 1.** Promedio de la altura de la planta

Fuente: elaboración propia.

Al respecto, Terry, Pino y Leyva (2001) afirman que la aplicación de biofertilizantes aumentan el número y la diversidad microbiana. Al aumentar los microorganismos del suelo, se aceleran los procesos microbianos y de esta forma se incrementan las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas, se aceleran los procesos de desarrollo y aumenta el rendimiento sin grandes insumos externos. El uso de estos biopreparados origina procesos rápidos de fertilización, consumiendo escasa energía no renovable y sin daños del medioambiente. Además, ya sea que los procesos se realicen en

la raíz o bien en la hoja (fertilización foliar), las plantas se benefician en un plazo muy breve.

Peso fresco planta

En la tabla 3, al evaluar la variable peso fresco de la planta, se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre los cinco tratamientos, la prueba de significancia de Tukey (tabla 4) determina que el T2 de caldo anaeróbico con 177,5 g difiere significativamente con el T0 testigo, en comparación con el T3 y el T4 que no presentaron diferencias significativas.

Tabla 3. Análisis Anova para peso fresco de planta

Fuente de variabilidad	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor -F	Valor -P
Tratamiento	4	43,648	10912,1	3,5717	0,03856 *
Bloque	3	1,868	622,5	0,2038	0,89181
Residual	12	36,612	3055,2		
Total	19	82,178			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Prueba de Tukey para peso fresco de planta (g)

Agrupación de Tukey	Tratamientos	Media
a	T2	177,5
ab	T1	94,85
ab	T4	80,525
ab	T3	58,175
b	T0	43,8

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la prueba de Tukey con un 95 % ($\alpha = 0,05$) de confianza, se observa que el mejor tratamiento es el 2 y corresponde a 50 cc

de caldo anaeróbico + 10 g de abono orgánico (letra a), por ende, se observa una significancia respecto al peso fresco de la planta con un valor

de 177,5 g, en contraste al T0 testigo sin ninguna aplicación, con un valor de 43,8 g (figura 2). Este

tratamiento concuerda con la variable de la altura de la planta, donde este presentó significancia.

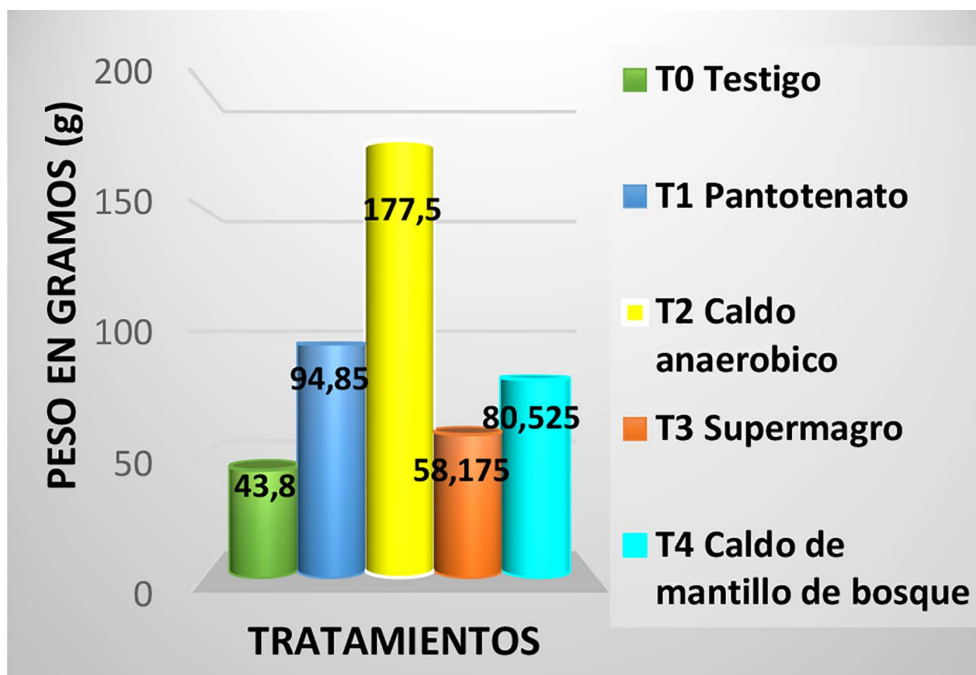


Figura 2. Promedio de peso fresco de la planta

Fuente: elaboración propia.

Al respecto, Pino Molano (2014) manifiesta que desde la perspectiva del rendimiento, los biofertilizantes producen sustancias muy activas que, al interactuar en su conjunto con el metabolismo vegetal, provocan diferentes efectos beneficiosos, entre ellos el incremento en el número de plántulas que emergen, el acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días, el aumento en los procesos de floración fructificación, el incremento entre 5 % y 20 % del rendimiento y la obtención de frutos con mayor calidad comercial (aspecto y tamaño).

Análisis de las capacitaciones

Durante el proceso de desarrollo de la investigación fue necesario tener encuentros con los propietarios de las huertas, donde se

reunieron para socializarles el proyecto y, en efecto, se obtuvo gran acogida por parte de cada uno de los participantes, se organizaron grupos de trabajo para realizar capacitaciones teórico-prácticas, en cuanto al manejo y la elaboración de los biofertilizantes.

Esta metodología adoptada con ellos permitió generar un mayor conocimiento de la implementación de este tipo de productos para sus cultivos, además que sensibilizó a las personas con relación al cuidado del medioambiente y, por ende, a la conservación del suelo.

Al tener en cuenta que la investigación se realizó con 16 horticultores del municipio de Colón de Putumayo, de acuerdo con la tenencia de tierra, un 93,75 % son propietarios de los sistemas

evaluados y tan solo un 6,25 % son arrendatarios, de los cuales un 75 % son mujeres (12) manejan y trabajan sus huertas, mientras que el otro 25 % son hombres (4). De lo anteriormente encontrado, se puede deducir que la mujer cumple un papel fundamental y muy importante en la seguridad alimentaria de las familias, por lo tanto, parece evidente que la mujer juega un papel en la conservación de la diversidad agrícola y que este conocimiento debería ser tenido en cuenta a la hora de diseñar políticas enfocadas a garantizar la seguridad alimentaria (Bridge, 2014).

Análisis de las encuestas

La encuesta se aplicó a 16 horticultores encontrados en el municipio de Colón, donde se pudo evidenciar que el 81,25 % de los propietarios no realiza un análisis de suelo para implantar sus diferentes tipos cultivos, debido a que no hay presencia de profesionales que orienten en los procedimientos para realizar los respectivos análisis y también porque desconocen del tema y sus costos, mientras que un 18,75 % sí realiza este tipo de evaluaciones previamente antes de trabajar el suelo.

De acuerdo con lo anterior, el análisis químico de suelos es un componente importante de todo plan que permite aumentar la productividad en campo y se constituye en la herramienta básica de los planes de mantenimiento y la recuperación de la fertilidad del suelo (Unigarro y Carreño, 2005).

El 100 % de los agricultores hace uso de herramientas manuales (palendra, machete, rastrillo, azadón) al momento de establecer sus cultivos, lo anterior refleja la importancia que tiene para cada uno de ellos el trabajo del suelo utilizando este tipo de herramientas. Un 81,25 % de los encuestados sí aplica enmiendas calcáreas a sus cultivos, mientras que un 18,75 % no lo hace y se puede evidenciar que la mayoría de los agricultores sí realizan este tipo de actividad, ya que como ellos lo manifestaron aporta nutrientes al suelo, desinfecta, mata las plagas, ayuda a la

descomposición de los abonos orgánicos y se generan productos más sanos.

El 81,25 % de los agricultores agrega abonos orgánicos a sus cultivos, un 18,75 % hace uso de los fertilizantes sólidos, el 12,5 % utiliza foliares y radiculares, mientras que un 25% implementa todas las anteriores. De los resultados obtenidos, se destaca la importancia que tiene para la mayoría de los encuestados el uso de los abonos orgánicos, ya que como ellos lo manifestaron, la implementación de este tipo de fertilización trae para sus cultivos una mayor y mejor producción, se generan productos más sanos, libres de químicos, y se contribuye con el cuidado del suelo.

La tendencia que tienen los productores encuestados en lo relacionado a si manejan buenas prácticas agrícolas (BPA) refiere a conocimientos básicos de la preparación y la elaboración biofertilizantes y si les gustaría capacitarse en este tema, noción que fue determinada por los 16 encuestados que fueron capacitados en este tema.

Conclusiones

La respuesta a la aplicación de los cuatro tipos de biofertilizantes en plantas de lechuga (*Lactuca sativa*), en las variables de altura, peso en fresco y materia seca de la planta, se pudo determinar, ya que el mejor tratamiento correspondió al caldo anaeróbico y se obtuvo una mayor asimilación en el desarrollo normal de la planta, con un valor máximo de altura de 17,15 cm, promedio de peso de la planta de 177,5 g y un porcentaje de materia seca de 10,5 g.

Con los resultados de la encuesta se puede evidenciar que un 81,25 % de los encuestados aplica a sus huertas abonos orgánicos, no realiza análisis de suelos previo a implantar sus cultivos y no sabe qué es un biofertilizante, al igual que no conoce de su elaboración, lo que permitió a través de la investigación generar un mayor conocimiento de ellos y, finalmente, el 100 % de las personas encuestadas se capacitó.

A partir de la metodología adoptada con los agricultores hortícolas, a través de las capacitaciones, se logró sensibilizar en cuanto a la conservación del medioambiente por medio de la adopción de prácticas orgánicas que generan una agricultura más sostenible.

Referencias

- Bridge. (2014). *Género y seguridad alimentaria. Hacia una seguridad alimentaria y nutricional con justicia de género*. Reino Unido: Instituto de Estudios sobre el Desarrollo, Universidad de Sussex.
- Delgado Cobos, O. (2012). *Elaboración de un manual con prácticas agroecológicas enfocándose en la producción de alimentos sanos* (tesis de grado). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce). (2013). *Propuesta para una sostenibilidad productiva del frijol voluble en el Valle de Sibundoy*. Agrosavia: Bogotá.
- Galán-Huertos, E. J. (2003). *Contaminación de suelos por compuestos orgánicos* (informe final). Universidad de Sevilla, España. Recuperado de <https://www.ugr.es/~fjmartin/INFORMES/Introduccion.pdf>
- Ismail, E. G. (2014). Effect of manure and biofertilizers on growth, yield, silymarin content, and protein expression profile of *Silybum marianum*. *Advance in Agriculture and Biology*, 2(1), 36-44. doi: [10.15192/PSCP.AAB.2014.1.1.Article6](https://doi.org/10.15192/PSCP.AAB.2014.1.1.Article6)
- Mejía, G. (1995). *Agricultura para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química*. Cali, Colombia: Feriva.
- Pino Molano, M. (2014). *Evaluación de biofertilizantes en las praderas del departamento del Cauca*. Bogotá: Fundación Alpina.
- Ramírez, G. (2003). *Manual de agricultura orgánica. Fungicidas, abonos orgánicos y caldos microbiológicos, formas de preparación en su finca*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/516392317/Agricultura-Organica-Gustavo-Ramirez-Castano>
- Sánchez, J. D., Ligarreto, G. A. y Leiva, F. R. (2012). *Variabilidad del crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz para choclo (Zea mays L.) como respuesta a diferencias en las propiedades químicas del suelo en la sabana de Bogotá, Colombia*. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/71506>
- Terry, A., Pino, M. y Leyva, A. (2001). *Biofertilizantes: Alternativa sostenible para la producción de tomate en Cuba*. Cuba: Instituto Nacional de Ciencias.
- Unigarro Sánchez, A. E. y Carreño Castellanos, M. (2005). *Métodos químicos para el análisis de suelos*. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.